

INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA AUTOMATIZAR UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE EMPAQUE DE LATAS

Integration of technologies to automate a production line of packing cans

M. en C. Carlos Castañeda Salazar

Profesor de Tiempo Completo
Departamento de Ingeniería en Mecatrónica
de la Universidad Tecnológica de Hermosillo, México
Contacto: ccastaneda@uhermosillo.edu.mx

M. en C. Clariza María Rodríguez López

Profesor Basificado
Departamento de Ingeniería Metal Mecánica
Universidad Tecnológica de Hermosillo, Sonora, México

Ing. José René López Amaral

Ingeniero
Departamento de Técnicas de Moldeo
IACNA México Service
Company, S. de R.L. de C.V.

Recibido: 01/12/2014 Aceptado: 24/07/2015

RESUMEN

Se describe la investigación, desarrollo e implementación de la integración de las tecnologías *National Instruments* y *Allen Bradley* para la automatización de una línea de producción de selección y empaque de latas. En este caso en particular, el desarrollo de integración de las tecnologías mencionadas se llevó a cabo en los laboratorios del Programa Educativo de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Hermosillo en el Estado de Sonora. Para realizar el estudio se seleccionó el software LabVIEW 2012 de National Instruments y de Allen Bradley los softwares RSLinx y RSLogix, además, de la misma marca, los dispositivos MicroLogix 1000 y MicroLogix 1200, ambas marcas se utilizan en las líneas de producción de algunas de las empresas en la región de Hermosillo, Sonora. El resultado obtenido fue la automatización de una línea de producción capaz de realizar la selección y empaque de frascos de dos tamaños, efectuar el monitoreo de cada una de las estaciones de trabajo en un entorno gráfico de programación, además de establecer el seguimiento de cada una de las piezas dependiendo de su trayectoria en la línea de producción.

Palabras Clave: integración de tecnologías, manufactura, líneas de producción, automatización, dispositivos.

ABSTRACT

This article has the purpose to describe the investigation, development and implementation of National Instruments and Allen Bradley technologies on the automation of selecting and packing cans in a production line. In this particular case, the laboratories of Engineer in Mechatronic in the Universidad Tecnológica of Hermosillo, Sonora, were used for the integration and development of these technologies. For this study, LabVIEW 2012 software from National Instruments and RSLinx and RSLogix from Allen Brandley were selected, besides MicroLogix 1000 y MicroLogix 1200 devices from the same brand. Both brands are found in the production lines of some companies in Hermosillo, Sonora. The results from this investigation generated the creation of an automation in a line production capable of selecting and packing two different types of cans, the monitoring to each working station based on a graphic program, and the capability to follow each piece used depending on the track in the production line.

Keywords: integration of technologies, manufacturing, production, automation, devices.

INTRODUCCIÓN

El motivo central de esta propuesta es capacitar a los alumnos del Plan Educativo de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Hermosillo, por medio de la construcción de equipos que simulan una línea de producción con características cercanas a las de una industria, así como proponer una opción de integración de dispositivos con un programa que posee una interfaz de usuario, el cual se puede configurar para diversas necesidades del área de producción, además de tener control de los periféricos desde un ordenador para poderse enlazar con dispositivos electrónicos externos.

Para el desarrollo de este proyecto se eligió el Controlador Lógico Programable PLC (*Programmable Logic Controller*) Allen-Bradley Micrologix 1000 y 1200 por ser un dispositivo que se utiliza en las industrias de la región de Sonora.

Los procesos de automatización de una línea de producción pueden dividirse en dos secciones: la parte operativa, que consiste en la justificación de la aplicación de sensores, motores, válvulas, etc., y la parte de control que realiza las secuencias de activación de la parte operativa. El control que se implementa en la automatización de una línea de producción puede ser de 2 formas: control de lazo abierto y control de lazo cerrado.

En el control de lazo abierto la parte operativa del proceso se activa por medio de la parte de control, pero no existe una retroalimentación de la parte operativa para percatarse que se haya realizado la acción de activación. El control de lazo cerrado consiste en la corrección de la parte operativa de un proceso, cuando se realiza la activación por medio de la parte de control y se colocan los dispositivos sensores que interactúan con la programación, indicando que la activación de la parte operativa se ha realizado de forma exitosa, lo que permite una supervisión y control en los dispositivos de la parte operativa en una línea de producción (Romera, 2000).

Con respecto a la clasificación de procesos industriales existen tres, que son: continuos, discretos y discontinuos. Los continuos son aquellos en los que la materia prima entra por un extremo de una estación de trabajo y por el otro extremo sale un producto terminado; en los discretos el producto final se consigue mediante una serie de operaciones, de modo que el procedimiento para obtener una pieza terminada se descompone en una serie secuencial, de manera que cada tarea obedece a una operación exitosa anterior hasta que se finaliza el proceso; mientras que los procesos discontinuos consisten en la aplicación del control del tipo discreto, pero en un volumen en forma de

lotes (Romera, 2000).

La línea de producción de empaque de latas se clasifica como un Sistema de Manufactura Flexible, ya que puede elaborar dos o más productos con cambios mínimos en su estructura. Ésta se conforma por una estación de control de calidad y cuatro estaciones de trabajo interconectadas mecánicamente por un sistema de transporte de materia prima.

Las etapas de la línea de producción son: suministro de materia prima (latas), pintado (hace la simulación de etiquetado), transporte de materia prima entre cada estación de trabajo, control de calidad, y finalmente el área de empaque. En cada estación de trabajo se instaló un PLC para realizar la activación de los actuadores y la lectura de los sensores colocados. En total se colocaron cuatro PLC's conectados al ordenador donde se instaló el software LabVIEW para recibir la información, procesarla y mostrar en pantalla el estado actual de cada estación de trabajo.

El objetivo principal de la presente investigación es comprobar la efectividad de la integración del software LabVIEW de la compañía National Instruments, con los dispositivos PLC's de la compañía Allen Bradley para la automatización de una línea de producción, explorando con esta integración de tecnologías la ampliación de la información que se puede recopilar proveniente de los autómatas, para posteriormente ser enviada al software de programación visual, procesándola según sean las necesidades de producción a satisfacer.

En el plan educativo de la carrera de ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Hermosillo no se tienen registrados documentos que evidencien la aplicación de las tecnologías mencionadas para la integración de una línea de producción, sin embargo de manera externa hay escritos como el de Capraro, Tosetti y Villa (2010) quienes "desarrollan una aplicación similar en un sistema de riego por goteo".

MATERIALES Y MÉTODO

La metodología utilizada inicia con definir al programa LabVIEW como el administrador o servidor de la estructura del sistema. En el software se realizan las operaciones de conteo, inicio, paro, finalización, identificación y cambio de procesos, entre otras y el PLC o cliente es solamente la interfaz entre la línea de producción y el software LabVIEW, no hay comunicación entre los PLC's, solamente se comunican con el software administrador.

La base de esta investigación fue el diseño de una línea de producción con las características de un Sistema de Manufactura Flexible, mediante la integración de las

tecnologías National Instruments y Allen Bradley en una programación en secuencia.

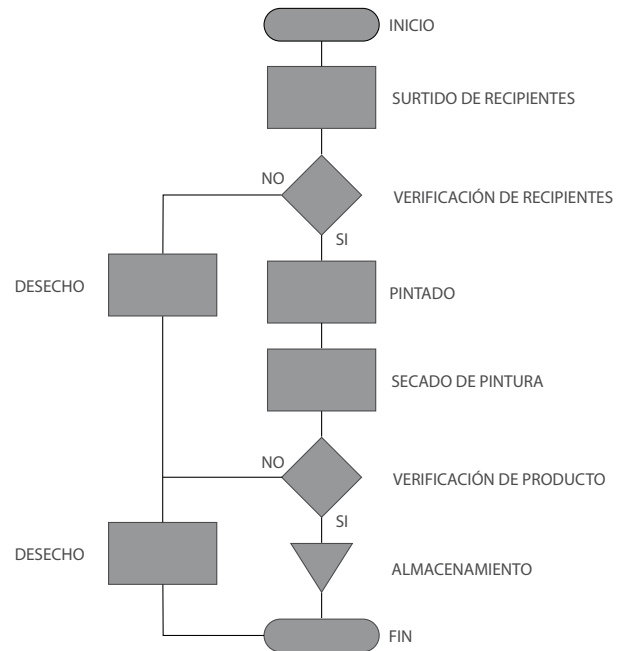
La línea de producción consta de un control de calidad y cuatro estaciones de trabajo las cuales son: suministro de materiales, sistema de transporte que realiza la interconexión entre estaciones de trabajo, estación de etiquetado y finalmente la estación de selección y empaque de producto terminado.

Cada estación de trabajo está controlada por su propio autómatas, a excepción de la estación de control de calidad y empaque de producto, ya que comparten el mismo dispositivo PLC, esto se debe a que la etapa de control de calidad solo requiere un pulso de control de entrada y dos pulsos de activación de salida, por lo que no resulta viable instalar un autómatas exclusivo para esas operaciones.

En el software LabVIEW se alojaron los datos provenientes de los autómatas con el fin de realizar la programación pertinente para la generación de pulsos de activación y modos de trabajo de los actuadores presentes en la línea de producción. Cuando se realiza la producción de empaque de frascos pequeños se utiliza un mecanismo que aplica un punto de pintura rojo, mientras que cuando se realiza la producción de empaque de frascos grandes se emplea un mecanismo que aplica un punto de pintura azul. Los puntos de pintura simulan las etiquetas colocadas a cada frasco. Hay una cámara web colocada en la estación de control de calidad que verifica el color de pintura por medio de patrones de colores. Utilizando la librería IMAQdx incluida en el software de LabVIEW 2012 se procesa la información procedente de la cámara web que se conecta a un puerto USB (*Universal Serial Bus*). Cuando el patrón de colores es analizado se envía un pulso de proceso aceptado o rechazado hacia los puertos del PLC colocado en la estación de control de calidad para liberar o rechazar el producto analizado. (Figura 1).

Al conectar el PLC a un ordenador se debe activar el programa RSLinx para crear el enlace y asignar un tópico de configuración, que es una etiqueta de identificación con el fin de detectarla por medio de un servidor OPC (*OLE for Process Control*). Este servidor OPC es un protocolo de comunicación que se encuentra integrado en el PLC de Allen Bradley y en el programa LabVIEW de National Instruments. Al diseñar la línea de producción en forma virtual en el programa de secuencias y conteos en el software LabVIEW los indicadores que se solicitan activar se enlazan en forma virtual, haciendo referencia al tópico de configuración del PLC asignado al inicio de la programación. El software RSLogix se aplica para la programación del funcionamiento de las entradas y salidas que se van

Figura 1. Diagrama de flujo de la línea de producción de pintado y empaque de latas.



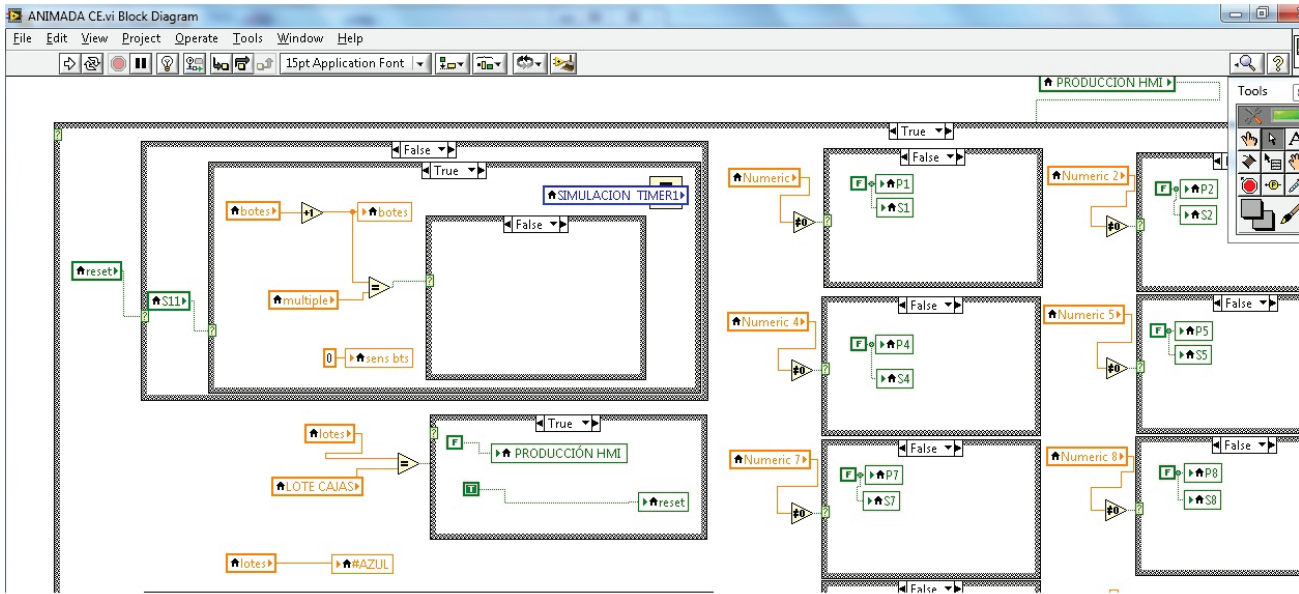
© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

a utilizar del PLC. El control se llevará a cabo desde el programa de LabVIEW, pero será el autómatas el que hará la interacción con la línea de producción.

De la marca National Instruments se utilizó el software LabVIEW en su versión 2012, con el cual se diseñó la pantalla de operación en una PC controlada por el operador para introducir los lotes y realizar la supervisión de la línea de producción. En la pantalla inicial el operador introduce el tipo y la cantidad de piezas a producir. En esta parte del proceso las piezas se etiquetan de color rojo o azul; mientras que en la pantalla secundaria, el operador visualiza la estructura de la línea de producción con la información de la parte activa con los sensores indicadores en cada uno de los dispositivos colocados en la línea de producción.

La versatilidad que el software LabVIEW de National Instruments ofrece al programador consiste en una programación visual en forma de íconos con funciones internas. La programación visual permite observar el trabajo realizado por cada ícono y verificar la recepción y el envío de la información proveniente de los sensores colocados en los dispositivos actuadores de la línea de producción. En la Figura 2 se cita un fragmento de la programación visual en el software de LabVIEW versión 2012 para la automatización de la línea de empaque de latas.

Figura 2. Fragmento de programación en el software LabVIEW 2012.



© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

De la marca Rockwell Automation se aplicó el dispositivo PLC modelo MicroLogix 1000 y MicroLogix 1200, como elemento de interconexión entre el programa LabVIEW y la línea de producción. Es el dispositivo encargado de procesar las señales de activación hacia los actuadores en la línea de producción; así como de enviar las señales de activación de los sensores de la línea de producción hacia el software LabVIEW para ser procesados.

El software RSLinx versión 2.57 se emplea para realizar la conexión del PLC seleccionado a la PC. Como parte relevante en la aplicación este software se utiliza para asignar un tópicos de configuración al PLC seleccionado, del que se hizo mención anteriormente.

Por último, como elemento en el desarrollo de este trabajo se utiliza el software RSLogix 500 en el que se programa la lógica que conlleva las secuencias de activación de los actuadores instalados en la línea de producción y recibe los datos procedentes de los sensores para ser enviados al software LabVIEW. En la Figura 3 se cita un fragmento de la programación en escalera en el software de RSLogix 500 para la automatización de la línea de empaque de latas. (Tabla 1).

RESULTADOS

Con la aplicación del desarrollo descrito se obtuvo una línea de producción automatizada, por lo que se demuestra la integración de tecnologías como National Instruments y Allen Bradley descritas con anterioridad. La

Tabla 1. Principales componentes, dispositivos, actuadores instalados en la línea de producción de pintado y empackado de latas.

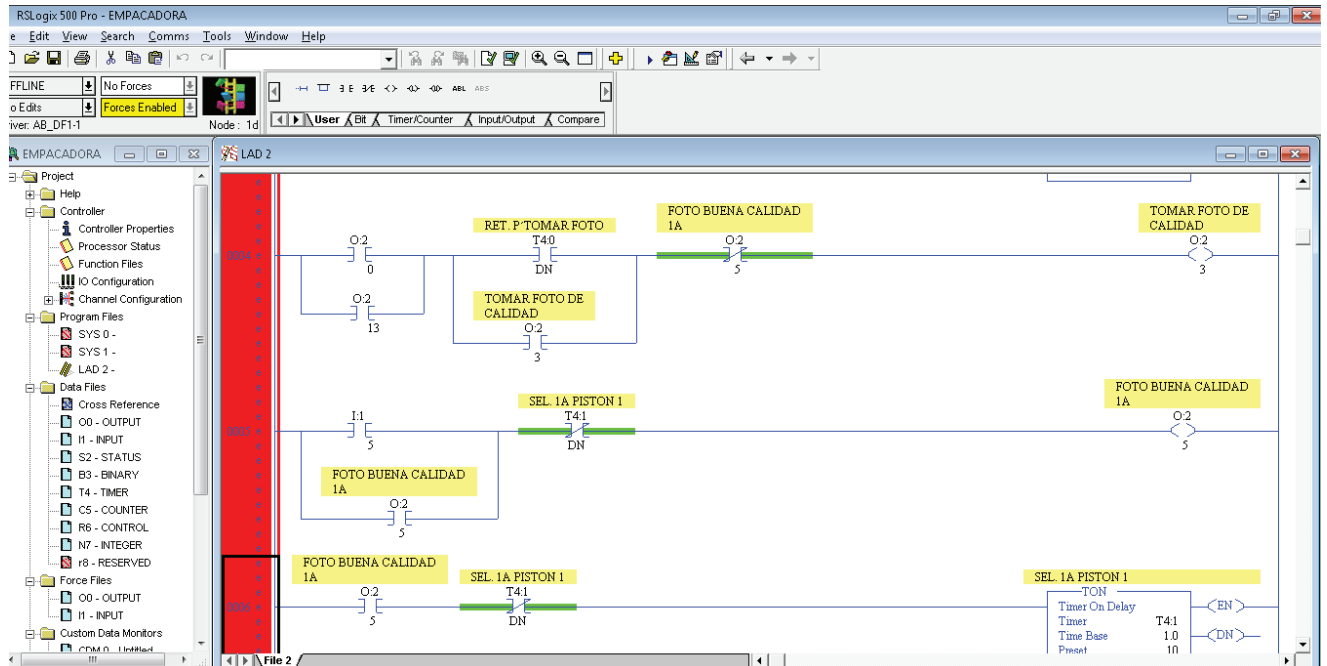
3	PLC Allen-Bradley Micrologix 1000
1	PLC Allen-Bradley Micrologix 1200
12	Electroválvulas 5/2 vías
5	Válvulas estranguladoras
13	Pistones doble efecto
3	Sensores inductivos
2	Distribuidor de aire
3	Sensor láser
1	Cámara con conexión USB
1	Electroválvula 3/2 vías

© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

línea de producción implementada puede realizar el trabajo de etiquetar y de empackar frascos pasando por los procesos de suministro, transporte, proceso, control de calidad y finalmente, ser empackado.

Todas las etapas de la línea de producción mencionadas están compuestas de mecanismos que elaboran tales funciones, cada una con los respectivos dispositivos actuadores y los sensores indicadores para consumir un tipo de control de lazo cerrado. En la figura 4 se muestra la línea de producción diseñada para realizar la integración

Figura 3. Programación en RSLogix 500 de Rockwell Automation de la línea de producción.



© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

Figura 4. Línea de producción de pintado y empaque de latas.



© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

de las tecnologías de Allen Bradley y National Instruments.

Modos de operación. El Sistema de Manufactura Flexible diseñado para la comprobación del objetivo de este artículo puede realizar la producción en un modo de trabajo.

Producción continua. La interfaz de usuario permite al operador ingresar la cantidad de piezas a producir y el tipo de etiqueta, y ejecutar la producción hasta que la cantidad de piezas producidas sea igual a la cantidad de piezas requeridas. Cuando se selecciona etiqueta roja el tamaño chico ya va agregado automáticamente y al seleccionar productos con etiqueta azul, el frasco con tamaño grande se selecciona automáticamente. En la Figura 5 se muestra la interfaz de usuario utilizada para el control de la línea de producción, con la que se puede asignar tipo de etiqueta y cantidad de piezas a producir, inicio de operación, reinicio de sistema y el botón de paro de emergencia para prevenir accidentes.

En la Figura 6 se presenta la pantalla de monitoreo de piezas y se describe de la siguiente manera:

Suministro. S1 pieza presente, S2 y S3 son sensores de control empleados para detectar el tamaño de frasco seleccionado y desechar el incorrecto.

Transporte. S4 indica pieza para inicio de transporte, S5 indica entrada en la estación de proceso y S6 indica salida de la etapa de transporte.

Proceso y calidad. S7 color correcto rojo, S8 color correcto azul y S9 pieza presente en la etapa de proceso.

Empaque. S10 empaque de lata pequeña, S11 empaque de lata grande y S12 detecta rechazo de las operaciones de S10 y S11. El rechazo de empaque se refleja en el indicador marcado como "ERROR DE EMPAQUE".

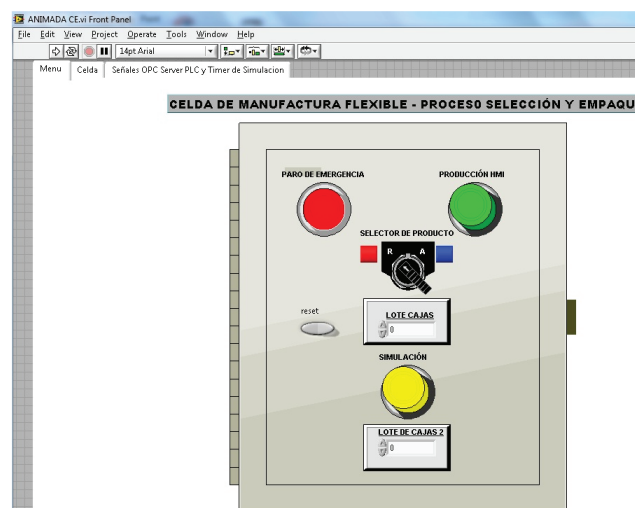
#rojo y #azul indican el conteo de latas procesadas al final de la línea de empaque.

DISCUSIÓN

Se debe tomar en cuenta el flujo de la línea de producción para realizar la programación de los PLC's y de LabVIEW. De no realizarse correctamente la lógica de programación en el programa LabVIEW así como en los dispositivos autómatas, puede provocar que los equipos se vayan a un modo de fallo.

Asimismo, es relevante aclarar los detalles de programación en el software LabVIEW y en el software RSLogic que no fueron mencionados. En lo que concierne al software LabVIEW en el tipo de programación visual se debe tener conocimiento del funcionamiento de cada uno de los íconos al momento de aplicarlos, ya que los tipos y variedad son en cantidades considerables, así como su localización.

Figura 5. Interfaz de usuario para la operación de la línea de producción.



© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

Por otra parte, la programación en el software RSLogic fue elaborada con el método de programación en escalera, el cual consiste en una estructura en forma lógica coordinado con los controles e indicadores diseñados en el software LabVIEW.

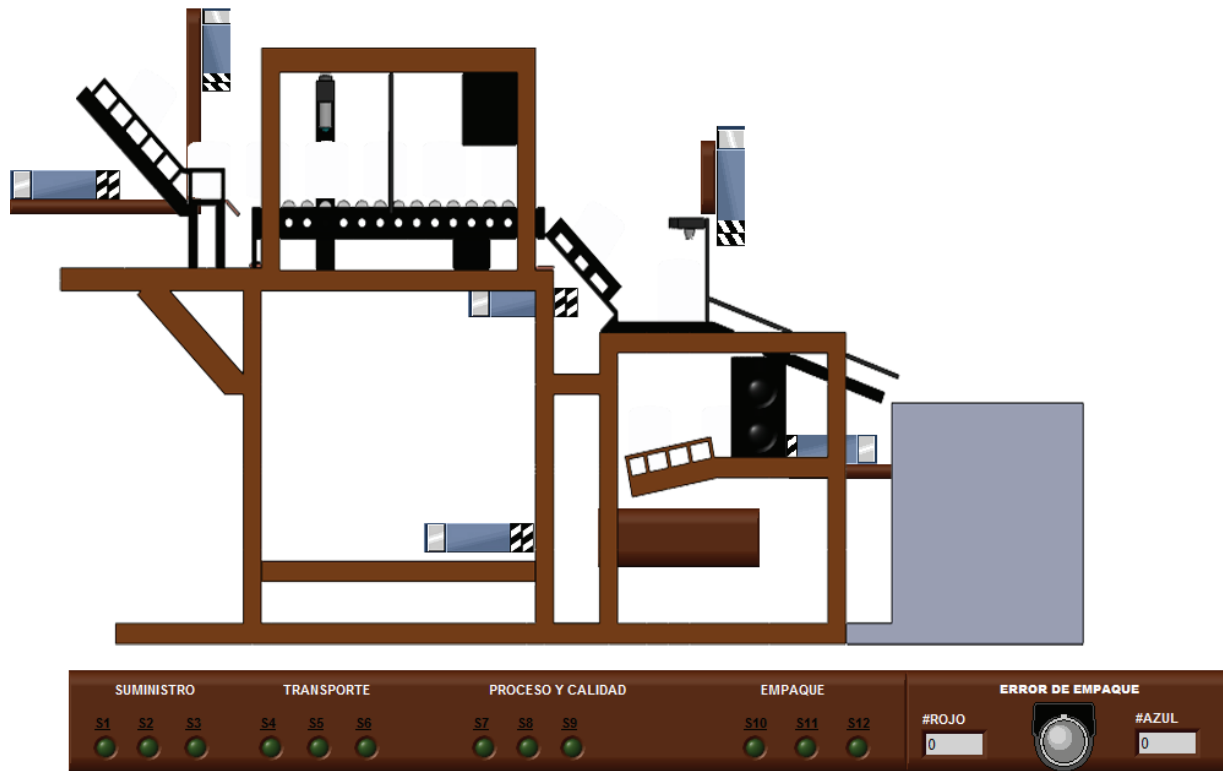
Para este desarrollo no se utilizó al PLC en modo de trabajo automática, ya que la finalidad del proyecto es ejecutar la programación en el software LabVIEW y hacerlo administrador de la línea de producción. El PLC es empleado como interfaz de conexión entre el software administrador y la línea de producción.

Los cuatro PLC's se conectaron a un ordenador por medio de un concentrador de puertos USB el cual hace la conversión USB a puerto serial. A través del software RS-Linx se localiza cada uno de los PLC's para añadirles a cada uno su tópico de configuración a fin de ser ubicados en el servidor OPC de LabVIEW.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este proyecto se logró la integración de las tecnologías National Instruments y Allen Bradley en la automatización de una línea de producción de empaque de latas, por lo que se puede afirmar que la metodología propuesta alcanzó el objetivo de implementar una integración de varios dispositivos en una serie de procesos de producción, tales como el suministro de materia prima, transporte, el proceso de etiquetado con control de calidad y el debido empaque de las piezas terminadas.

Figura 6. Interfaz de usuario de operación y monitoreo de información de la línea de producción de pintado y empaque de latas.



© Castañeda, C., Rodríguez, C., López, J., *Revista Ciencia desde el Occidente*, Vol. 2, Núm. 2, 2015

El diseño de la línea de producción conformada por cuatro estaciones de trabajo y una estación de control de calidad fue propuesta para estar dentro del estándar de sistema de manufactura flexible, ya que la misma línea de producción es capaz de producir dos productos con cambios mínimos de herramienta y programación para ejecutar las dos tareas de forma no simultánea. Se pueden mejorar los tiempos realizando una programación de los dispositivos en forma paralela. Para efectos de esta investigación la programación fue del tipo en línea o en forma secuenciada.

Para futuras investigaciones se recomienda analizar el flujo de datos entre el autómatas y el software labVIEW con el propósito de agregar mayores autómatas en la línea de producción, ya que en esta se trabajó solamente con cuatro dispositivos y se analizaron dos variables: las dimensiones de las latas con el dispositivo PLC's por medio de sensores de posición, mientras que para el color se usó una cámara USB conectada al programa labVIEW. Cabe mencionar que labVIEW puede analizar otras característi-

cas como contornos y dimensiones de piezas, lo que ampliaría la automatización de líneas para otros productos y procesos de manufactura.

Es posible agregar 2 modos de producción con la línea propuesta. Al realizar una programación más robusta se pueden lograr las siguientes modalidades:

Intercalación de producción: las ejecuciones de producción normal son en volúmenes grandes y es necesario poder disponer de la línea de producción siempre que se requiera, se debe permitir pausar la producción presente para realizar otro producto con cambios mínimos de herramienta y terminar el producto intercalado, al finalizar, el software se regresa a culminar la producción anterior que fue interrumpida.

Nuevas piezas: la programación de la línea de producción aceptará un nuevo tamaño y color de pieza (o etiqueta) para generar una ejecución de primeras piezas para efecto de presentación ante un posible cliente. Deberá soportar un tamaño y color diferentes o combinados de los que ya se tienen programados inicialmente.

REFERENCIAS

- Capraro, Flavio, Santiago Tosetti, Facundo Vita Serman, (2010), Laboratorio Virtual y Remoto para Simular, Monitorizar y Controlar un Sistema de Riego por Goteo en Olivos, Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI, Volume 7, Núm. 1, Enero, Pp 73-84, ISSN 1697-7912, [http://dx.doi.org/10.1016/S1697-7912\(10\)70010-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1697-7912(10)70010-8). (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791210700108>)
- Maldonado Pérez, Enrique. (2010). Autómatas Programables y Sistemas de Automatización. Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- National Instruments. (2001). LabVIEW Dataloging and Supervisory Control Module Developer's Manual.
- National Instruments. (2005). NI Vision for LabVIEW™ User Manual.
- National Instruments. (2012). LabVIEW™ Getting Sartetd with LabVIEW.
- Piedrafita Moreno, Ramón. (2004). Ingeniería de la Automatización Industrial. 2ª. Edición. Alfaomega Grupo Editor S.A. De C.V.
- Rockwell Automation. (2002). MicroLogix™ 1500 Programmable Controllers Allen Bradley.
- Rockwell Automation (MARCH 2010) RSLogix™ 500 Getting Results Guide.
- Rockwell Automation. (August, 2014) RSLinx Classic Getting Results Guide.
- Romera, J. Pedro, (2000). Automatización. Problemas resueltos con autómatas Programables. Editorial Paraninfo.